吉林建筑大学城市建筑博物馆 BLC 创新整合设计

韩言东　任吉星　王之贺　李　岩

（吉林建筑大学工程管理（MBF 方向）双学士学位，吉林　130000）

【摘　要】吉林建筑大学城市建筑博物馆是 MBF 团队学生进行 BLC 创新整合设计的对象，本设计旨在探究面对 BIM 这一先进生产工具如何改进现有落后生产关系，创新整合先进生产关系与生产工具，改变传统设计流程与施工管理方法，以期达到项目集约管理，项目各干系人满意，实现项目成功的目标。PMBOK 指南作为项目在全生命周期过程的指导依据，前置 FM 为业主收集需求并指导监控项目进展状态，与设计施工单位制定以 BIM 为主要生产工具，统筹项目各单位关系的 IPD 合同来实现项目集成交付。BIM 协同设计参数化成果交付施工单位用于进一步深化处理来进行指导项目施工。后置 FM 接受完工模型用于项目后期运维与资产管理，实现项目全生命周期。

【关键词】FM；IPD；BIM 协同设计；PMBOK；BLC

【中图分类号】TU17　【文献标识码】A　【文章编号】1674 - 7461（2017）02 - 0060 - 07

【DOI】10.16670/j.cnki.cn11 - 5823/tu.2017.02.10

1　工程概况

1.1　项目简介

吉林建筑大学城市建筑博物馆位于长春市净月经济开发区新城大街吉林建筑大学新校南区内，如图 1 所示。博物馆西邻新城大街，南邻金橘路，东侧为综合教学楼，北邻林荫步行大道，定位为吉林省建筑文化的交流中心。从实际功能需求出发，学校应该具备一个既能展示省内建筑文化，也能帮助在校学生学习建筑知识的平台。对于社会参观者以及科研学者，该建筑博物馆是了解和研究建筑文化的又一个选择；对于在校学生，该博物馆能满足附近多所高校的教学需求，为帮助学生了解吉林地区城市建筑发展起到了重要的作用。

工程管理（MBF 方向）双学士学位班（以下简称 MBF 班）以此为毕业设计项目背景，自拟设计题目，组建设计团队。意在采用 IPD 交付模式，完整体现 FM（Facility Management，FM）- BIM - FM 设计流程，实现建筑全生命周期管理，提升空间使用价值。博物馆模型如图 2 所示。

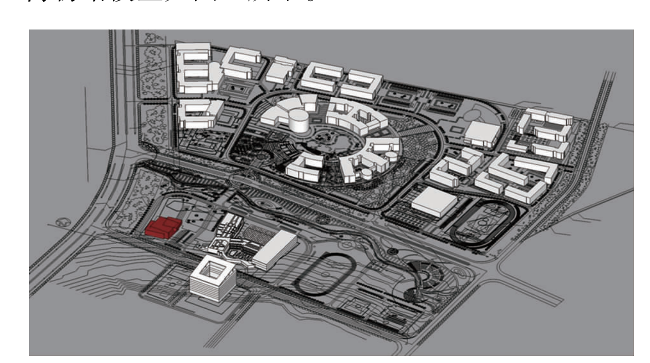


图 1　博物馆所处位置



图 2　博物馆建筑模型

【作者简介】韩言东（1993 - ），男，吉林建筑大学 BIM 学院双学士学位班，主要研究方向：BIM 设计施工应用、FM 及国际工程管理。任吉星（1993 - ），男，吉林建筑大学 BIM 学院双学士学位班，主要研究方向：BIM 设计应用、FM 及国际工程管理。

1.2 工程特点和难点

本项目从业主的需求出发，包含了展厅、多功能报告厅、教学展示厅、办公区、设备区、藏品库等使用空间，如图 3 所示。不仅满足了文化、教育、展览、办公等使用功能为一体，还根据不同的需求进行空间规划，实现空间的最大化利用。其中展厅部分对空调、消防及照明有较高要求，需进行多专业三维协同设计和大量模拟。图 4 为展厅灯光设计效果。

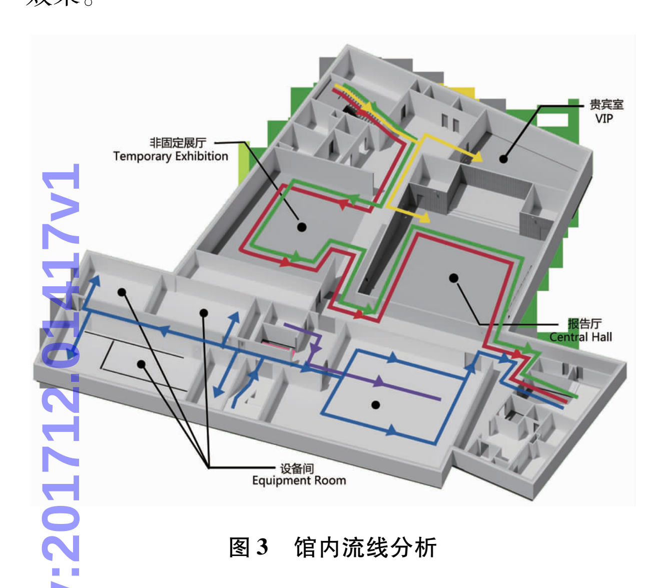


图 3 馆内流线分析

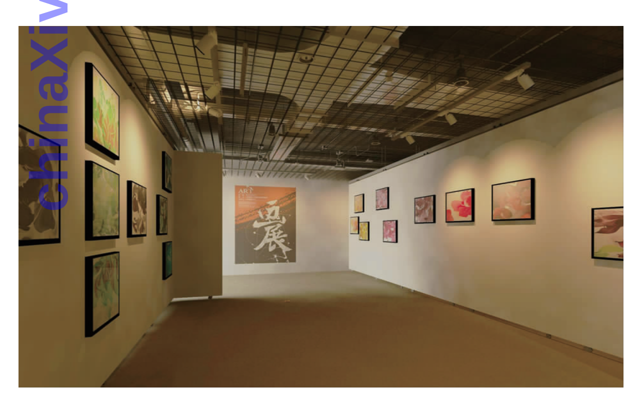


图 4 展厅灯光设计方案（渲染图）

2 BIM 组织与应用环境

2.1 BIM 应用目标

在本项目中 BIM 应用目标主要分为两方面。一方面是探索 BIM 在一体化项目交付（integrated project delivery，IPD）模式下如何实施。另一方面是基于 MBF 班多专业、跨专业整合教育理念进行的教学实践。

2.2 实施方案

第一阶段，pre－FM 阶段，即 FM 前置。主要的工作是进行集成项目交付。指的是我们通过项目管理办公室（project management office，PMO）组织 FM 与建筑师反复研讨方案，并将最终研讨方案交付至 AEC 阶段，进行详细设计。

在第二阶段中，进行各专业协同设计，并将得到的精细模型交付 PM 进行施工模拟。依据施工模拟结果，修正 BIM 模型，以期指导施工。

AEC 阶段结束时，将模型中具有的众多信息筛选并处理，最终将适用于运维的模型导入运维工具软件，进行运维管理。即进行第三阶段。整体项目流程如图 5 所示。

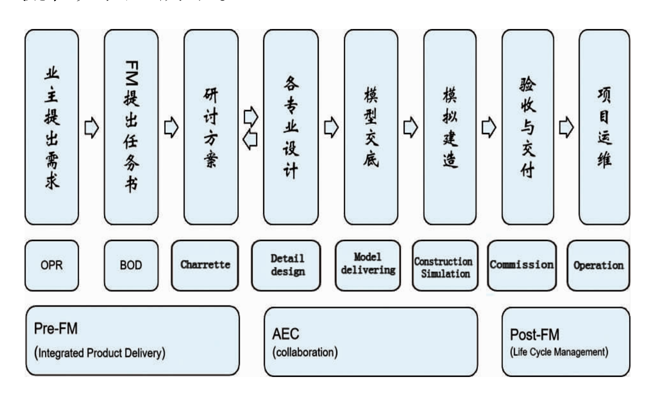


图 5 项目流程

2.3 团队组织

依托 MBF 班专业设置及遵循毕业设计思路，毕设团队拥有 FM 专业，BIM 专业及 MIP 专业，在毕设中分别担任咨询、设计、建造任务，项目整体设计任务由学生自主独立完成，并在整个项目管理中组建 PMO，主动运用项目管理知识体系（Project Management Body of Knowledge，PMBOK）对项目进行管控，建立了本项目的项目章程、里程碑、进度计划、绩效考核方法、周工作安排。翻译、整理、编写了本项目社会群体、校内观众、专家学者、工作人员、藏品的 IPD 项目指南。

2.4 应用措施

各专业模型的设计、建立和管理均由专业设计人员负责，其他专业无更改权限。全流程中，上下游专业信息取用均有日志记录，保证数据的正确性与准确性。此外，MBF 班还先后与 Bently、isBIM、达美盛等公司展开交流。在软件合作、学生培养、项目咨询等方面进行了诸多有益尝试。

2.5 软硬件环境等

本项目设计、模拟及运维软件如图 6 所示：

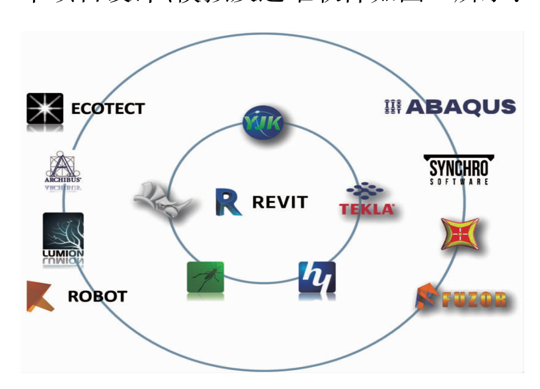


图 6 应用软件

Autodesk Revit Autodesk Ecotect
YJK Autodesk Robot
Tekla Structures Fuzor
BIMSpace Rhinoceros
Grasshopper Synchro 4D
SAP2000 Abaqus

本项目使用设备为联想 ThinkStation P500 塔式工作站，其主要硬件配置如下：

CPU：Intel Xeon E5-1620 v
内存：4×8 GB 1866 MHz DDR3 ECC RDIMM
显卡：NVIDIA Quadro K2200
硬盘：1TB 3.5 inch SATA 7200 Rpm

此外，还有吉林建筑大学校园核心机房及校园云平台承担模拟运算及渲染工作。

3 BIM 应用

3.1 BIM 建模

本项目 BIM 模型主要使用 Revit 平台进行建立，同时使用其他分析计算软件辅助设计。各专业创建工作集在实验室中基于中心文件进行三维协同设计。建筑专业使用 Revit 软件进行前期体量考量与初步设计，并与 FM 专业进行反复沟通以响应要求与建议。结构专业使用 Revit、YJK、Tekla、SAP2000、Abaqus、Robot 等一系列软件完成结构设计建模工作，数据流通顺畅无重复建模工作。机电专业可凭借 BIMSpace 完成机电专业设计建模任务。以建筑专业为主导，结构机电专业密切配合。这种设计流程在控制净高、管线避让、优化布局等方面优势凸显。同时为达成建筑全生命周期管理，在建模过程中还录入大量运维所需信息，故本项目模型深度不低于 LOD300，局部模型深度可达 LOD400。

3.2 BIM 应用情况

(1)建筑设计

利用 Rhinoceros 与其插件 Grassshopper 对设计建筑表皮，通过一系列参数化运算对表皮形式进行计算和生成，如图 7 所示。运用 Ecotect 进行包括采光、照明、日照、风环境、声环境、建筑热工在内的模拟分析，如图 8 所示。

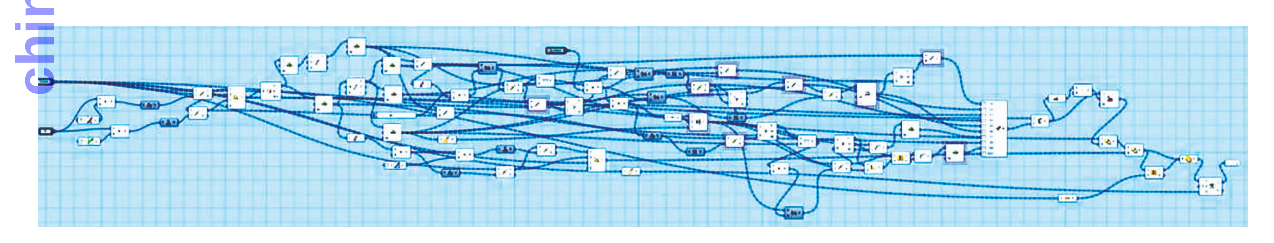
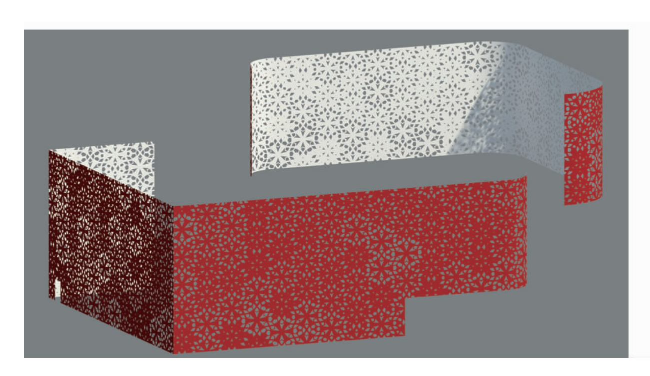


图 7 参数化设计



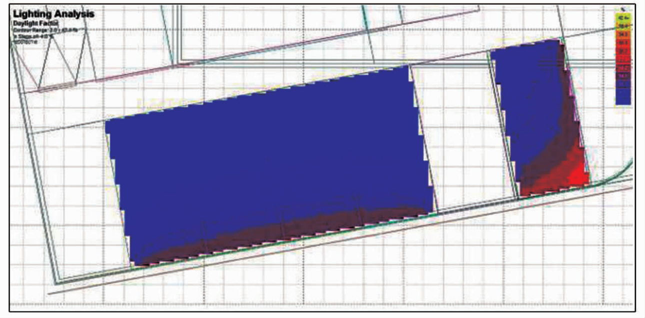


图 8 布置建筑外表皮后室内自然采光情况

(2)结构设计

BIM 结构设计流程与协同关系如图 9、10 所示。以 Revit 为建模平台,采用“共享参数”的方法将结构各构件中的类型属性信息添加到 3D 结构模型中,使其始终与各类构件相关联,并将各结构构件信息体现在 Revit 明细表中,从而进一步在 Revit 中实现平法标注。

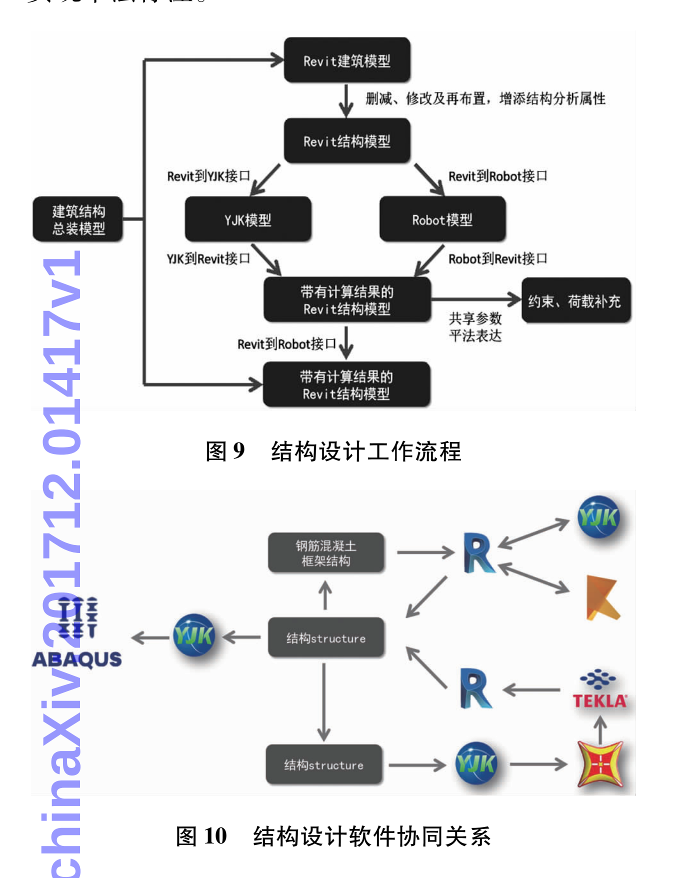


图 9　结构设计工作流程

图 10　结构设计软件协同关系

(3)机电设计

管线优化排布:充分利用实验室已有的硬件资源,采用中心文件工作方式,建立工作集。在设计过程中即可参照其他专业管线设备布置情况,以此避免大量碰撞,达到了设计即优化的效果。如图 11 所示。

综合净高控制:机电各专业协同配合调整,配合结构模型以达到建筑净高要求。

确定精装点位:风口、喷头、照明等部分均可与建筑精装配合,直接确定精装时点位,避免后期装修反复改动。

定制机电族库:本设计中采用的机电设备族均参照已有机电设备提供商产品手册建族,形成本项目族库。图 12 即为本项目中所选用灯具及其族文件。

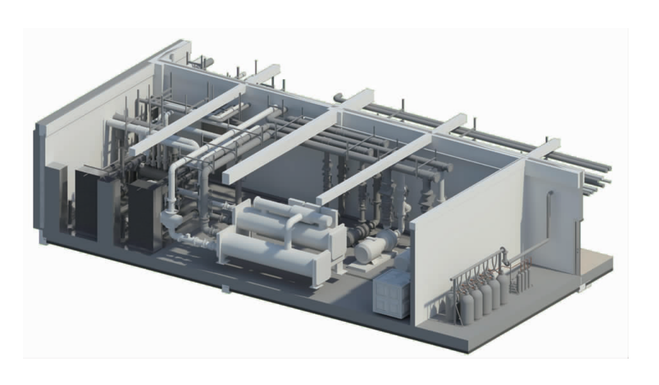


图 11　博物馆制冷换热机房



图 12　定制灯具族

(4)工程管理

使用 BIM 施工模拟技术对施工过程进行模拟。如图 13 所示,分析施工中各构件在实际结构中的相对位置、相互关系及可能存在的工况条件,对施工方案进行优化,提出符合现场条件的施工工艺方法,实现风险控制和保证工程质量的目的。BIM 施工模拟技术对建筑工程施工方案的选择和优化、施工管理、生产培训和建筑市场管理有重大意义。

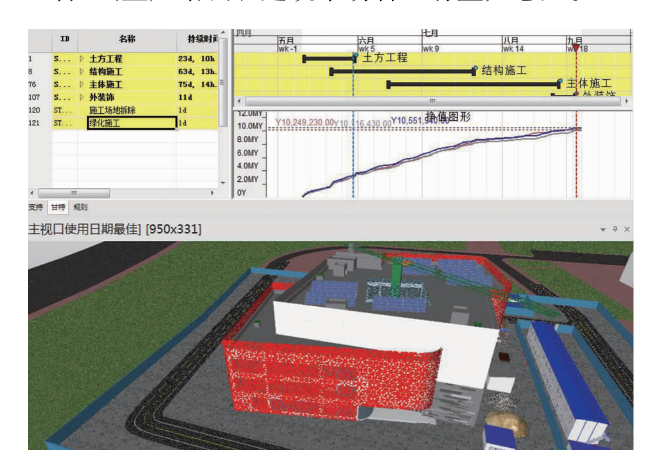


图 13　整体施工模拟

同时我们对造价管理方案进行了新的尝试,采用了两套不同的造价管理方案。

第一套方案是 Revit 应用基于 BIM 技术的造价管理。这种方案下的第一种思路是将造价所需要的所有信息添加到族编辑器中,通过编辑公式把添加的参数的值计算出来,使相关参数体现在明细表中。

除此之外,设计团队研究了第二种思路来尽量弥补第一种的不足,即共享参数。在 Revit 各构件属性中加入信息,通过共享参数使构件属性信息体现在明细表中,把明细表导出 Excel 文件,在 Excel 文件中编辑计算公式得出工程量。如图 14 所示。

(5)FM 咨询

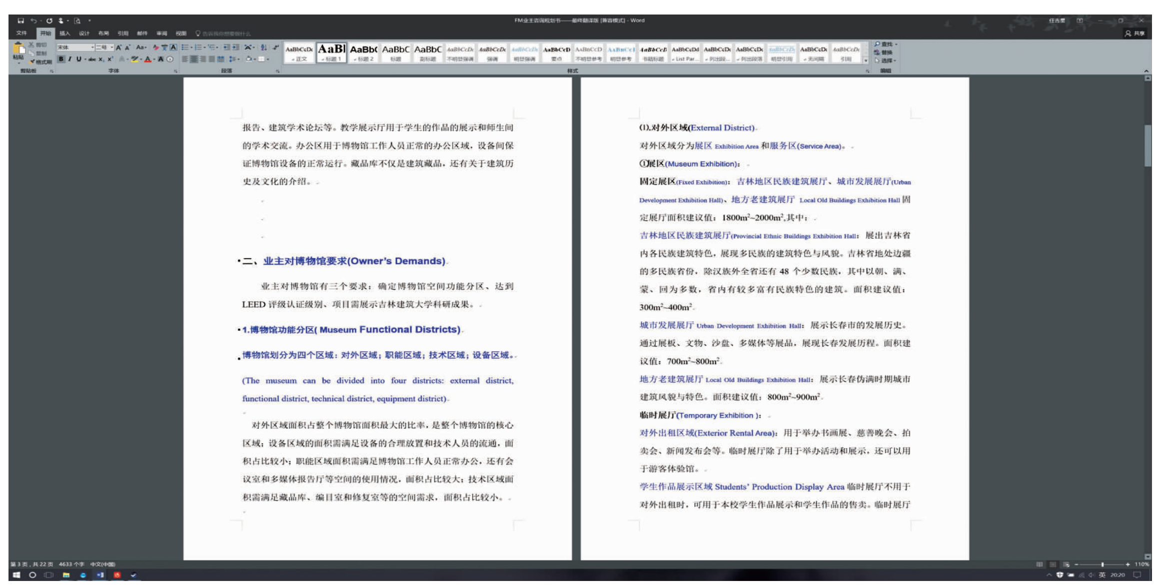
Pre－FM 将通过 IPD 模式得以实现,与 IPD 框架下的 DB 公司进行反复研讨,并且对整个项目提出建议方案。如图 15 所示。在项目前期,FM 站在业主的角度,充分利用以往类似项目运营经验,对设计方提出要求,并且参与项目全生命周期。

Post－FM 阶段将设计成果(模型)直接读取至资产管理软件从而接管博物馆运营工作。选用关注设施从“规划－设计－建造－运营－维持”的全生命周期管理的 Archibus 设备资产整体管理解决方案,如图 16 所示,能够最大程度上诠释我们本次毕业设计的意义——协作,并通过模型的方式与生命周期之前阶段无缝链接,实现组织过程中的资产积累并在后期发挥作用。

结构梁钢筋明细表

梁编号	梁截面宽度	梁截面高度	梁长度	砼强度等级	上部通长钢筋根数	上部通长钢筋类型	上部钢筋汇总	底部通长钢筋根数	底部通长钢筋类型	底部钢筋汇总	梁箍筋类型及间距	箍筋汇总	左端负弯矩钢筋根数	左端负弯矩钢筋类型	左端负弯矩钢筋汇总	右端负弯矩钢筋根数	右端负弯矩钢筋类型	右端负弯矩钢筋汇总	构造钢筋根数及类型	构造钢筋汇总
KL30	300	650	7750	C35	2+2	&25/&12	15500/1550(	2+2	&22/&20	15500/15500	&8@100/200(4)	38000/57000	4	&25	12732	4	&25	12732	G6&12	48660
KL16	300	650	7400	C35	2+2	&20/&12	14800/1480(	2+2	&16/&14	14800/14800	&8@100/200(4)	38000/53200	2+2	&20/&18	6132/4900	2+2	&20/&16	6132/4900	G4&12	31040
KL31	300	650	7550	C35	2+2	&22/&12	15100/1510(	2+2	&25/&22	15100/15100	&8@100(4)	144400	4+1	&22/&18	12464/1887	4+1	&22/&18	12464/1887	N6&12	47460
KL29	300	650	4300	C35	3	&22	12900	3	&16	12900	&8@100/200(2)	38000/22800							G4&12	17200
KL24	300	650	11000	C35	2	&25	22000	3	&16	33000	&8@100/200(4)	38000/87400				2	&25	8532	G4&12	45440
KL6	300	650	7800	C35	2	&20	15600	4	&22	31200	&8@100/200(2)	38000/58900								
KL24	300	650	3300	C35	2+2	&25/&12	6600/6600	5	&25	16500	&8@100/200(4)	38000/13300	5	&25	8500	4+1	&25/&20	6800/1425	N4&12	14640
KL1	300	650	7800	C35	2	&25	15600	4	&25	31200	&12@100/(2)	150100	4	&25	12800				N4&12	32640
KL9	300	650	7800	C35	2	&25	15600	2+1	&20/&18	15600/7800	&8@100/200(2)	38000/58900	3	&25	9600				G4&12	32640
KL2	300	650	7800	C35	2	&25	15600	4	&22	31200	&8@100/200(2)	38000/58900							G4&12	32640
KL25	300	650	7700	C35	4	&25	30800	2+2	&16/&14	15400/15400	&8@100/200(4)	38000/55100	4	&25	12664				G4&12	32240
KL6	300	650	7800	C35	2	&20	15600	2+1	&18/&14	15600/7800	&8@100/200(2)	38000/58900							N4&12	32640
KL6	300	650	7800	C35	2	&20	15600	3	&16	23400	&8@100/200(2)	38000/58900							G4&12	32640
KL2	300	650	7800	C35	2	&25	15600	4	&32	31200	&8@100/200(2)	38000/58900	5	&25	16000				G4&12	32640
KL9	300	650	6900	C35	2	&25	13800	2+1	&25/&20	13800/6900	&8@100/200(2)	38000/47500	4	&25	11600				G4&12	29040
KL16	300	650	7932	C35	2+2	&20/&12	15864/1586(	2+2	&16/&14	15864/15864	&8@100/200(4)	38000/57000	4	&20	12976				G4&12	33168
KL27	300	650	7445	C35	2	&18	14890	3	&16	22335	&8@100/200(2)	38000/53200	4	&18	12324	4	&18	12324	G4&12	31220
KL15	300	700	7650	C35	2	&32	15300	3	&20	22950	&8@100/200(2)	38000/55100							N4&12	32040
KL3	300	650	7800	C35	2	&20	15600	2+1	&25/&20	15600/7800	&8@100/200(2)	38000/58900							N4&12	32640
KL31	300	650	7700	C35	2	&22	15400	3	&16	23100	&8@100/200(2)	38000/55100	2+1	&22/&18	6332/2525	2+1	&22/&18	6332/2525	G4&12	32240
KL31	650	300	8090	C35	2+2	&22/&12	16180/1618(	4	&18	32360	&8@100/200(4)	38000/58900	4	&22	13184				N4&12	33800
KL8	350	750	4000	C35	2+2	&22/&12	8000/8000	3+2	&25/&22	12000/8000	&8@100/200(4)	38000/20900	4+1	&22/&18	7732/1600	4	&22	7732	N4&12	17440
KL5	300	650	7450	C35	2	&25	14900	2+2	&32/&25	14900/14900	&8@100/200(2)	38000/53200	4	&25	12332				N4&12	31240
KL15	300	650	8285	C35	2	&32	16570	4	&32	33140	&10@100(2)	157700	3	&32	10083				N4&12	34580
合计	&12	(15500+14800+15100+6600+15864+16180+8000)*0.001*0.888=81.74kg						&14		(14800+15400+7800+15864)*0.001*1.21=65.18kg	&8	(38000*21+144400+57000*2+53200*3+22800+87400+58900*8+13300+55100*3+47500+20900)*0.001*0.395=807.54kg	&18		(4900+1887+12324+2525+1600)*0.001*2=46.47kg	&16		4900*0.001*1.58=7.742kg	&12	(48660+31040+47460+17200+45440+14640+32640*7+32240*2+29040+33168+31220+32040+33800+17440+31240+34580)*0.001*0.888=657.05kg
	&18	14890*0.001*2=29.78kg						&16		(14800+12900+33000+15400+23400+15864+22335+23100)*0.001*1.58=254.06kg			&20		(6132+12976)*0.001*2.47=47.20kg	&18		(1887+12324+2525)*0.001*2=33.472kg		
	&20	(14800+15600*4+15864)*0.001*2.47=229.87kg						&18		(7800+15600+32360)*0.001*2=111.52kg			&22		(12464+6332+13184+7732)*0.001*2.98=118.34kg	&20		(6132+1425)*0.001*2.47=18.67kg		
	&22	(15100+12900+15400+16180+8000)*0.001*2.98=201.39kg						&20		(15500+15600+6900+22950+7800)*0.001*2.47=169.81kg			&25		(12732+8500+12800+9600+12664+16000+11600+12332)*0.001*3.85=370.48kg	&22		(12464+6332+7732)*0.001*2.98=79.05kg		
	&25	(15500+22000+6600+15600*4+30800+13800+14900)*0.001*3.85=639.1kg						&22		(15500+15100+31200*2+8000)*0.001*2.98=300.98kg	&10	157700*0.001*0.6169=97.29kg	&32		10083*0.001*6.31=63.62kg	&25		(12732+8532+6800)*0.001*3.85=108.04kg		
	&32	(15300+16570)*0.001*6.31=201.10kg						&25		(15100+16500+31200+13800+15600+12000+14900)*0.001*3.85=458.54kg	&12	150100*0.001*0.888=133.29kg								
								&32		(31200+33140)*0.001*6.31=406kg										

图 14　族共享参数思路进行造价管理


报告、建筑学术论坛等。教学展示厅用于学生的作品的展示和师生间的学术交流。办公区用于博物馆工作人员正常的办公区域,设备间保证博物馆设备的正常运行。藏品库不仅是建筑藏品,还有关于建筑历史及文化的介绍。

二、业主对博物馆要求(Owner's Demands)

业主对博物馆有三个要求:确定博物馆空间功能分区、达到 LEED 评级认证级别、项目需展示吉林建筑大学科研成果。

1.博物馆功能分区(Museum Functional Districts)

博物馆划分为四个区域:对外区域;职能区域;技术区域;设备区域。

(The museum can be divided into four districts: external district, functional district, technical district, equipment district)

对外区域面积占整个博物馆面积最大的比率,是整个博物馆的核心区域;设备区域的面积需满足设备的合理放置和技术人员的流通,面积占比较小;职能区域面积需满足博物馆工作人员正常办公,还有会议室和多媒体报告厅等空间的使用情况,面积占比较大;技术区域面积需满足藏品库、编目室和修复室等的空间需求,面积占比较小。

(1).对外区域(External District)

对外区域分为展区 Exhibition Area 和服务区(Service Area)。

①展区(Museum Exhibition):

固定展区(Fixed Exhibition):吉林地区民族建筑展厅、城市发展展厅(Urban Development Exhibition Hall)、地方老建筑展厅 Local Old Buildings Exhibition Hall 固定展厅面积建议值:1800m²~2000m²,其中:

吉林地区民族建筑展厅(Provincial Ethnic Buildings Exhibition Hall:展出吉林省内各民族建筑特色,展现多民族的建筑特色与风貌。吉林省地处边疆的多民族省份,除汉族外全省还有 48 个少数民族,其中以朝、满、蒙、回为多数,省内有较多富有民族特色的建筑。面积建议值:300m²~400m²

城市发展展厅 Urban Development Exhibition Hall:展示长春市的发展历史。通过展板、文物、沙盘、多媒体等展品,展现长春发展历程。面积建议值:700m²~800m²

地方老建筑展厅 Local Old Buildings Exhibition Hall:展示长春伪满时期城市建筑风貌与特色。面积建议值:800m²~900m²

临时展厅(Temporary Exhibition):

对外出租区域(Exterior Rental Area):用于举办书画展、慈善晚会、拍卖会、新闻发布会等。临时展厅除了用于举办活动和展示,还可以用于游客体验馆。

学生作品展示区域 Students' Production Display Area 临时展厅不用于对外出租时,可用于本校学生作品展示和学生作品的售卖。临时展厅

图 15　业主咨询规划书

图 16　ArchiBus 资产管理运维系统

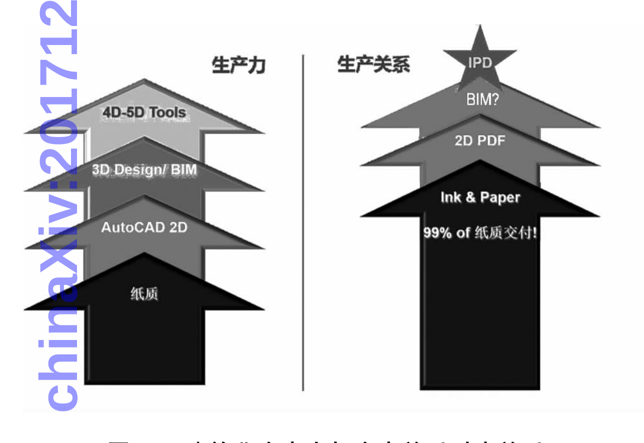


图 17　建筑业生产力与生产关系对应关系

图 18　不同时期引入 FM 措施的开销差异

4　应用效果

在 IPD 团队中，由 PM 接收业主需求，组织并指导总承包商完成整个项目的设计、施工、验收项目并未业主提供运维服务。此过程中，所有信息流通载体均为 BIM 模型，实现信息共享。在流线复杂、空间把控难度较大、机电系统要求较高的博物馆项目中，采用了 BIM 设计工具和 FM 前置的设计流程，明确了业主需求，避免了建筑方案的反复更改。同时，结构专业和机电专业的协同设计实现了设计过程中进行管线优化排布、专业避让以及净高控制。通过引入施工模拟，反向调整设计成果，在设计阶段即可减少施工阶段的临时变更。同时由于设计成果集中于 BIM 模型，可直接由模型提取运营数据，以此完成建筑全生命周期管理。

5　总结

5.1　创新点

本次毕业设计项目创新主要体现在设计流程的创新。IPD 模式的核心理念是合作，要求在项目生命周期内，项目各参与方密切合作，共同完成项目目标并使项目收益最大化。项目各方的早期参与有利于从设计阶段采用 BIM 技术，强化设计阶段，消灭数据壁垒，减少业主、FM 咨询、设计方与施

工方之间的信息不对称。通过 FM 前置来避免后期诸多运营问题,提高建筑全生命周期投资效益;通过施工方提前介入来寻求最佳施工方案等等。让模型中的信息顺畅流动,解放 BIM 这一生产工具所蕴含的生产力。

同时在各专业详细设计阶段积极运用新的设计方法和新的协作方式,通过各种模拟比较、实时渲染、可视化表现等手段提升设计品质,缩短设计周期。

5.2 经验教训等

我们始终认为现行生产关系是无法适应 BIM 这种先进的生产工具,如图 17 所示。应积极寻求与之对应的新的建筑业生产关系,本次毕业设计所尝试的 IPD 交付模式同样是一种探索。

根据 PMOBK 中观点,越早介入项目进行的更改,对项目的影响越大、效果越好、改动成本越低。故我们认为 FM 作为运营过诸多同类建筑的有经验咨询方,其建议是十分宝贵而值得重视的。如图 18 所示,越早地引入 FM 咨询,在建筑全生命周期管理运营中为业主创造的效益就越可观。

参考文献

[1] 王哲, 闻学坤. BIM 在设计工作中的应用研究[J]. 工程三维模型与虚拟现实表现, 2009, 9:178-181.

[2] 李兴龙, 董立涛,藏铁彬,等. BIM 快速优化统计钢筋技术在润城第二大道项目中的应用[J]. 土木建筑工程信息技术,2015,7(5):82-87.

[3] 潘毅群. 实用建筑能耗模拟手册[M]. 中国建筑工业出版社. 2013(9).

[4] 纪凡荣, 曲娣,尚方剑. BIM 情景下的可视化工程进度管理研究[J]. 建筑经济, 2014(10): 40-43.

[5] 张春彬, 高平,汪茵,等,施工图设计阶段 BIM 模型的工程算量问题研究[J]. 建筑经济, 2015, 36(8): 52-56.

[6] 王陈远. 基于 BIM 的深化设计管理研究[J]. 工程管理学报, 2012(4): 12-16.

[7] AIA(American Institute Architects) Integrated Project Delivery: A Guide[M/OL]2014-2-18.

The BLC Innovative Integrated Design of Jilin Jianzhu University Museum of Urban Architecture

Han Yandong, Ren Jixing, Wang Zhihe, Li Yan

(*Project Management(MBF Direction) Double Bachelor's Degree, Jilin Jianzhu University, Jilin* 130000, *China*)

Abstract: All MBF student groups should work together for a BLC innovative integrated design for the Jilin Jianzhu University Museum of Urban Architecture. The purpose of this study is to explore how Building Information Modelling (BIM) will improve the existing out-dated production relationship. Advanced production relationship and production tools are integrated innovatively to transfer traditional design process and construction management method, to realize intensive project management, also to satisfy all project stakeholders, and to achieve a final success of the project. PMBOK is used as the guideline during the life cycle of the project, and the Pre-FM enables the owner to collect requirements and monitor the project progress. Through deliberate discussion with the design and construction companies, the owner decides to use BIM, and apply IPD contract, to coordinate the relationship between project units and to implement project integration delivery. The parametric results of BIM collaborative design are delivered to contractor for further processing in order to guide the project construction. The Post-FM accepts the as-built model, which is used in the later stage of operation & maintenance management, to achieve a life-cycle application for the project.

Key Words: FM; IPD; BIM Collaborative Design; PMBOK; BLC